

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Konsep Diabetes Melitus Tipe 2

2.1.1 Pengertian diabetes melitus tipe 2

Diabetes melitus adalah penyakit metabolik kronis yang terjadi ketika pankreas tidak memproduksi cukup insulin (hormon yang mengatur gula darah atau glukosa), atau ketika tubuh tidak dapat menggunakan insulin yang diproduksinya secara efektif sehingga mengakibatkan peningkatan konsentrasi glukosa dalam darah yang dikenal dengan istilah hiperglikemi (World Health Organization, 2020). Hiperglikemi ditandai dengan kadar gula darah sewaktu lebih dari nilai normal ($GDP \geq 126$ mg/dl dan atau $GDS \geq 200$ mg/dl) (American Diabetes Assosiation, 2020).

Diabetes melitus tipe 2 adalah penyakit gangguan metabolik yang ditandai dengan kenaikan gula darah akibat penurunan sekresi insulin oleh sel beta pankreas dan atau gangguan insulin (resistensi insulin) (Soelistijo et al., 2015). Resistensi insulin banyak terjadi akibat obesitas dan kurangnya aktivitas fisik (Merdawati et al., 2018).

2.1.2 Etiologi diabetes melitus tipe 2

Diabetes melitus tipe 2 disebut juga non-insulin dependen (tidak tergantung insulin). Penyakit ini disebabkan oleh menurunnya produksi atau berkurangnya sensitivitas insulin terhadap glukosa. Penderita diabetes melitus tipe 2 tidak selalu memerlukan suntikan insulin dan dapat diatasi dengan pemberian obat yang dapat memicu pengeluaran insulin oleh pankreas (Dito, 2018).



2.1.3 Faktor resiko diabetes melitus tipe 2

Faktor-faktor resiko diabetes melitus tipe 2 :

a. Usia

Usia antara 30-40 tahun merupakan usia yang paling rawan untuk penderita diabetes melitus tipe 2 karena terjadi peningkatan stres dan depresi yang tinggi sehingga dapat memicu pengeluaran hormon-hormon yang dapat meningkatkan kadar gula darah (Rudi et al., 2013).

b. Obesitas

Obesitas dengan berat badan lebih dari 90 Kg cenderung memiliki peluang lebih besar untuk penderita diabetes melitus tipe 2. Sembilan dari sepuluh orang obesitas berpotensi untuk terserang penyakit diabetes melitus tipe 2 (Lingga, 2012).

c. Pola hidup (olahraga)

Pola hidup juga sangat mempengaruhi faktor penyebab diabetes melitus tipe 2. Orang yang malas berolahraga memiliki resiko tinggi penderita diabetes melitus tipe 2 (Mashudi, 2012).

d. Faktor gen

Diabetes melitus tipe dapat diwariskan dari orang tua kepada anak. Gen penyebab diabetes melitus tipe akan dibawa oleh anak jika orangtuanya penderita diabetes melitus (Betteng, 2014).

e. Gaya hidup (stres)

Berbagai studi menunjukkan di kota-kota besar sekita 20% anak usia tujuh tahun keatas memiliki kelebihan berat badan dimanana orang tua



memilih untuk makan direstoran sedikitnya tiga kali dalam seminggu (Dito, 2018).

f. Pola makan

Makan secara berlebihan melebihi jumlah kalori yang dibutuhkan oleh tubuh dan tidak diimbangi dengan sekresi jumlah insulin yang memadai dapat menyebabkan kenaikan kadar gula darah (Paidon, 2012).

2.1.4 Patofisiologi diabetes melitus tipe 2

2.1.4.1. Resistensi insulin

Patofisiologi utama yang mendasari diabetes melitus tipe 2 secara genetik adalah resistensi insulin dan defek fungsi sel beta pankreas. Resistensi insulin merupakan kondisi umum seseorang dengan berat badan *overweight* atau obesitas. Insulin tidak dapat bekerja secara optimal di sel otot, lemak, dan hati sehingga memaksa pankreas mengkompensasi produksi insulin lebih banyak. Ketika produksi insulin sel beta pankreas tidak adekuat untuk mengkompensasi peningkatan resistensi insulin, maka kadar glukosa darah akan meningkat.

Secara klinis, makna resistensi insulin adalah adanya konsentrasi insulin yang lebih tinggi dari normal yang dibutuhkan untuk mempertahankan normoglikemia. Pada tingkat seluler, resistensi insulin menunjukkan kemampuan yang tidak adekuat dari insulin signaling mulai dari pre-reseptor, reseptor, dan post-reseptor. Secara molekuler beberapa faktor yang diduga terlibat dalam patogenesis resistensi insulin antara lain, perubahan pada protein kinase B, mutasi protein *Insulin Receptor*



Substrate (IRS), peningkatan fosforilasi serin dari protein IRS, *Phosphatidylinositol* 3 Kinase (PI3 Kinase), protein kinase C, dan mekanisme molekuler dari inhibisi transkripsi gen IR (Insulin Receptor) (Black, 2014).

2.1.4.2. Disfungsi sel beta pankreas

Sebelum diagnosis diabetes melitus tipe 2 ditegakkan. Sel beta pankreas dapat memproduksi insulin untuk mengkompensasi peningkatan resistensi insulin. Pada saat diagnosis diabetes melitus tipe 2 ditegakkan. Sel beta pankreas tidak dapat memproduksi insulin yang adekuat untuk mengkompensasi peningkatan resistensi insulin. Pada tahap lanjut perjalanan diabetes melitus tipe 2. Sel beta pankreas diganti dengan jaringan amiloid, akibatnya produksi insulin mengalami penurunan sedemikian rupa, sehingga secara klinis diabetes melitus tipe 2 sudah menyerupai diabetes melitus tipe 1 yaitu kekurangan insulin secara absolut.

Ada beberapa teori yang menjelaskan bagaimana terjadinya kerusakan sel beta, diantaranya adalah teori glukotoksisitas, lipotoksisitas, dan penumpukan amiloid. Efek hiperglikemia terhadap sel beta pankreas dapat muncul dalam beberapa bentuk. Pertama adalah desensitasi sel beta pankreas, yaitu gangguan sementara sel beta yang dirangsang oleh hiperglikemia yang berulang. Keadaan ini akan kembali normal bila glukosa darah dinormalkan. Kedua adalah ausnya sel beta pankreas yang merupakan kelainan yang masih reversibel dan terjadi



lebih dini dibandingkan glukotoksisitas. Ketiga adalah kerusakan sel beta yang menetap.

Pada diabetes melitus tipe 2 sel beta pankreas yang terpajan dengan hiperglikemia akan memproduksi *reactive oxygen species* (ROS). Peningkatan ROS yang berlebihan akan menyebabkan kerusakan sel beta pankreas. Hiperglikemia kronik merupakan keadaan yang dapat menyebabkan berkurangnya sintesis dan sekresi insulin di satu sisi dan merusak sel beta secara gradual (Insana, 2021).

2.1.4.3. Faktor lingkungan

Faktor lingkungan juga memegang peranan penting dalam terjadinya penyakit diabetes melitus tipe 2. Faktor lingkungan tersebut adalah adanya obesitas, banyak makan, dan kurangnya aktivitas fisik. Peningkatan berat badan adalah faktor risiko terjadinya diabetes melitus tipe 2. Walaupun demikian sebagian besar populasi yang mengalami obesitas tidak menderita diabetes melitus tipe 2. Penelitian terbaru telah menelaah adanya hubungan antara diabetes melitus tipe 2 dengan obesitas yang melibatkan sitokin proinflamasi yaitu *tumor necrosis factor alfa* (TNF α) dan *interleukin-6* (IL-6), resistensi insulin, gangguan metabolisme asam lemak, proses selular seperti disfungsi mitokondria, dan stres retikulum endoplasma (Priscilla, 2016)

2.1.5 Manifestasi klinis diabetes melitus tipe 2

Pada diabetes melitus tipe 2, onset manifestasi klinis mungkin berkembang secara bertahap, klien mungkin mencatat sedikit atau tanpa manifestasi klinis selama beberapa tahun (Black, 2014).



Tabel 2.1 Tabel manifestasi klinis diabetes melitus.

| Manifestasi Klinis | DM Tipe 1 | DM Tipe 2 |
|------------------------------------|-----------|-----------|
| Poliuria (sering BAK) | ++* | + |
| Polidipsi (haus berlebihan) | ++ | + |
| Polifagi (lapar berlebihan) | ++ | + |
| Penurunan berat badan | ++ | - |
| Pandangan kabur berulang | + | ++ |
| Pruritus, infeksi kulit, vaginitis | + | ++ |
| Ketourinaria | ++ | - |
| Lemah, letih dan pusing | ++ | + |
| Sering asimtomatik | - | ++ |

* sering dirujuk sebagai gejala klasik diabetes mellitus

++* kadang-kadang ada, ++ biasanya ada, - biasanya tidak ada

Sumber table : (Black, 2014)

2.1.6 Komplikasi diabetes melitus tipe 2

a. Komplikasi akut

1). Hiperglikemia dan ketoasidosis diabetik

Hiperglikemia akibat saat glukosa tidak dapat diangkut ke dalam sel karena kurangnya insulin. Tanpa tersedianya karbohidrat untuk bahan bakar sel, hati mengubah simpanan glikogenya kembali ke glukosa (*glicogenesis*) dan meningkatkan biosintesis glukosa (*gluconeogenesis*).

2). Sindrom hiperglikemia hiperosmolar nonketosis

Hyperglycemic hyperosmolar nonketotic syndrome (HHNS) adalah varian ketoasidosis diabetik yang ditandai dengan hiperglikemia ekstrem (600-2.000 mg/dl), dehidrasi nyata, ketourinaria ringan atau tidak terdeteksi, dan tidak ada asidosis.

3). Hipoglikemia

Hipoglikemia dikenal sebagai reaksi insulin. Kadar glukosa darah yang tepat pada klien mempunyai gejala hipoglikemia bervariasi,



tapi gejala itu tidak terjadi sampai kadar glukosa darah $\leq 50-60$ mg/dl. Reaksi hipoglikemia terjadi akibat dosis berlebihan (insulin atau sulfonilurea), menghindari makanan atau makan lebih sedikit dari biasanya.

b. Komplikasi kronis

Komplikasi kronis adalah penyebab utama kesakitan dan kematian pada klien diabetes melitus. Perubahan ini banyak mempengaruhi sistem tubuh dan dapat menghancurkan klien dan keluarganya.

1). Komplikasi makrovaskular

a). Penyakit arteri koroner

Faktor resiko relatif untuk penyakit jantung pembuluh pada perempuan dengan diabetes melitus tipe 2 adalah 3-4 kali lebih besar.

b). Penyakit serebrovaskular

Pencegahan penyakit serebrovaskular meliputi strategi-strategi yang sama seperti untuk pencegahan penyakit arteri koroner termasuk mengontrol hipertensi, kadar lemak dan obesitas, berhenti merokok, olahraga dan menjalankan nutrisi yang baik.

c). Hipertensi

Hipertensi adalah faktor resiko mayor untuk stroke dan nefropati. Hipertensi yang diobati tidak adekuat memperbesar laju perkembangan nefropati.



d). Penyakit pembuluh perifer

Penyakit pembuluh darah perifer meningkatkan resiko laju infeksi.

e). Infeksi

Tiga faktor yang mungkin berkontribusi terhadap perkembangan infeksi adalah fungsi leukosit *polymorfonuclear* (PMN) terganggu, neuropatik diabetik dan ketidakcukupan pembuluh darah.

2). Komplikasi mikrovaskular

a). Retinopati diabetik

Penyebab pasti retinopati tidak dipahami baik, tapi kemungkinan multifaktor dan berhubungan dengan glikolisis protein, iskemik dan mekanisme hemodinamik.

b). Nefropati

Sebuah konsekuensi mikroangiopati, nefropati melibatkan kerusakan dan akhirnya kehilangan kapiler yang menyuplai glomerulus ginjal

c). Neuropati

Penyebab neuropati diabetik yang teridentifikasi termasuk insifisiensi pembuluh darah, kenaikan kronis kadar glukosa darah, hipertensi dan merokok sigaret.

d). Mononeuropati

Mononeuropati atau neuropati fokal biasanya melibatkan saraf tunggal atau kelompok saraf. Mononeuropati



menghasilkan nyeri tajam menusuk dan biasanya disebabkan oleh infark suplai darah.

e). Polineuropati

Polineuropati atau neuropati difusi, melibatkan saraf sensoris dan autonom. Polineuropati juga mungkin hanya selesai secara spontan.

f). Neuropati autonom

Neuropati autonom menggejalakan dirinya dalam fungsi pupil, jantung pembuluh, glukolipid dan urogenital (Insana, 2021).

2.1.7 Manajemen klinis diabetes melitus tipe 2

a. Manajemen medis

Penatalaksanaan medis bagi pasien dengan diabetes melitus meliputi pengembalian dan pemeliharaan kadar glukosa senormal mungkin dengan diet seimbang, olahraga dan penggunaan obat hipoglikemik oral (OHO) atau insulin.

b. Mempertimbangkan nutrisi yang tepat

Pencapaian tujuan terkait nutrisi memerlukan pendekatan tim termasuk klien. Keefektifan pengelolaan mandiri memerlukan pendekatan individual, gaya hidup personal klien dan tujuan penatalaksanaan diabetes. Pengkajian nutrisi digunakan untuk menentukan pemberian nutrisi berbasis dari apa yang klien dengan diabetes melitus mampu dan akan dilakukan.



c. Meningkatkan aktivitas fisik teratur

Aktivitas fisik menurunkan kadar glukosa darah dengan meningkatkan metabolisme karbohidrat, membantu menjaga dan menurunkan berat badan, meningkatkan sensitivitas insulin, meningkatkan kadar *high density lipoprotein* (HDL), menurunkan kadar trigliserida, menurunkan tekanan darah serta mengurangi ketegangan dan stres.

d. Pengobatan

Obat-obatan antidiabetes baru seperti Incretinmimetik dan amilonomimetik, sudah dikembangkan dengan target aspek ganda dari *pathogenesis* yang mendasari pada diabetes melitus tipe 2. Klien dengan diabetes melitus tipe 2 membutuhkan insulin guna mengendalikan glukosa adekuat, khususnya pada saat stress atau sakit.

e. Terapi diabetes melitus intensif

Hasil penelitian mengindikasikan bahwa terapi intensif memperlambat onset atau perkembangan komplikasi kronis diabetes melitus sebesar 35-70%. Resiko hipoglikemia lebih tinggi pada kelompok pengobatan intensif. Terapi intensif seharusnya diimplementasikan dengan memperhatikan klien yang telah mengalami hipoglikemia berat berulang atau hipoglikemia yang tidak disadari.

f. Terapi kombinasi

Beberapa klien diabetes melitus tipe 2 (kebanyakan non-obesitas) yang hanya minum obat sulfonilurea gagal me-normalkan kadar glukosa darah, terapi insulin dibutuhkan untuk mencapai kontrol metabolik sangat dini dalam perjalanan penyakit.



g. Terapi hipoglikemia

Penyandang diabetes melitus harus memiliki sumber karbohidrat yang tersedia setiap saat sehingga manifestasi hipoglikemia dapat diatasi dengan cepat, jika terjadi hipoglikemia lebih dari dua atau tiga kali seminggu, rencana penatalaksanaan diabetes melitus harus disesuaikan (Priscilla, 2016).

2.1.8 Diagnosis diabetes melitus tipe 2

Diagnosis diabetes melitus tipe 2 ditegakkan atas dasar pemeriksaan kadar glukosa darah. Pemeriksaan glukosa darah yang dianjurkan adalah pemeriksaan glukosa darah secara enzimatik dengan bahan plasma darah vena. Penggunaan darah vena ataupun kapiler tetap dapat dipergunakan dengan memperhatikan angka-angka kriteria diagnostik yang berbeda sesuai pembakuan oleh WHO. Untuk tujuan pemantauan hasil pengobatan dapat dilakukan dengan menggunakan pemeriksaan glukosa darah kapiler (Priscilla, 2016)

Diagnosis diabetes melitus tipe 2 dapat ditegakkan melalui pemeriksaan darah vena dengan sistem enzimatik dengan hasil :

- a. Pemeriksaan glukosa plasma puasa ≥ 126 mg/dl. Puasa adalah kondisi tidak ada asupan kalori minimal 8 jam.
- b. Pemeriksaan glukosa plasma ≥ 200 mg/dl 2 jam setelah tes toleransi glukosa oral (TTGO) dengan beban glukosa 75 gram.
- c. Pemeriksaan glukosa plasma sewaktu ≥ 200 mg/dl dengan keluhan klasik (poliuria, polidipsia, polifagia dan penurunan berat badan yang tidak dapat dijelaskan sebabnya).



- d. Pemeriksaan HbA1c $\geq 6,5\%$ dengan menggunakan metode yang terstandarisasi oleh National *glycohaemoglobin standarization program* (NGSP) (Perkumpulan Endokrinologi Indonesia, 2015).

2.2 Konsep Gula Darah

2.2.1 Pengertian glukosa darah

Glukosa darah adalah gula yang terdapat dalam darah yang terbentuk dari karbohidrat dalam makanan dan disimpan sebagai glikogen di hati dan otot rangka. Insulin dan glukagon merupakan dua hormon yang berasal dari pankreas, dapat mempengaruhi kadar glukosa darah. Insulin diperlukan untuk permeabilitas membran sel terhadap glukosa dan untuk transportasi glukosa ke dalam sel. Tanpa insulin, glukosa tidak dapat memasuki sel. Glukagon menstimulasi glikogenolisis (perubahan glikogen cadangan menjadi glukosa) dalam hati (Ermita *et al.*, 2018).

Glukosa merupakan bahan bakar utama bagi jaringan tubuh yang pada akhirnya digunakan oleh sel tubuh untuk membentuk ATP. Walaupun banyak sel tubuh banyak menggunakan lemak sebagai sumber energi, saraf dan sel darah merah mutlak memerlukannya (Rajin, 2016). Tubuh memiliki kebutuhan energi yang memerlukan bahan bakar terutama dari glukosa yang dihasilkan oleh karbohidrat dan asam lemak yang berasal dari lemak dan protein. Metabolisme terdapat pulau langerhans yang mengandung sel beta yang berfungsi menghasilkan insulin dan mensekresi insulin, sedangkan sel alfa mensekresi glukagon. Otak memiliki kebutuhan glukosa paling banyak akan tetapi tidak dapat menghasilkan dan menyimpan glukosa namun membutuhkan suplai yang



terus menerus. Otak tidak dapat berfungsi dengan baik apabila kekurangan glukosa yang berat atau berkepanjangan dapat menyebabkan kematian otak (Hurst, 2016).

2.2.2 Metabolisme glukosa dalam tubuh

Glukosa merupakan hasil dari metabolisme karbohidrat yang berfungsi sebagai sumber energi utama yang dikontrol oleh insulin. Glukosa yang berlebih akan diubah menjadi glikogen kemudian disimpan di dalam hati dan otot sebagai cadangan energi. Metabolisme glukosa menjadi energi di dalam tubuh berlangsung secara anaerobik (Glikolisis). Mekanisme awal terbentuknya glukosa dalam darah adalah ketika semua karbohidrat dari makanan dihirolisis menjadi monosakarida yaitu glukosa, galaktosa dan fruktosa di saluran cerna. (Ermita *et al.*, 2018).

Asam piruvat, asam laktat dan Asetil-KoA merupakan hasil metabolisme glukosa yang dapat menghasilkan energi. Tahap awal dari metabolisme glukosa yaitu proses glikogenolisis yang merupakan proses pemecahan glikogen menjadi glukosa dengan bantuan enzim glikogen fosforilase, glukosa 1-fosfat dilepas dengan bantuan enzim fosforilase dan diubah menjadi glukosa 6-fosfatase yang kemudian difosforilasi sehingga terbantu menjadi glukosa. Dalam proses pencernaan glukosa diubah menjadi asam piruvat. Asam piruvat akan dikonversi menjadi 2 molekul asetilkoenzim A (Asetil-KoA) (Fadhilla, 2016).

Masuknya glukosa melewati membrane sel beta melalui GLUT-2 (*Glucosa Transporter 2*) yang ada di membran sel beta pankreas menjadi proses awal dari sekresi insulin. Selanjutnya glukosa dalam sel akan



mengalami glikolisis dan fosforilasi dan akan membebaskan molekul ATP dimana ATP tersebut akan menghambat pengeluaran ion K^+ yang menyebabkan depolarisasi membran lalu terjadi peningkatan kadar Ca^{2+} intrasel yang akan memicu sekresi insulin kedalam sirkulasi. Insulin yang telah disekresikan akan berikatan dengan reseptor membran pada jaringan perifer seperti jaringan otot dan lemak. Dari ikatan ini, dengan cara meningkatkan GLUT-4 (*Glukosa Transporter 4*) akan dihasilkan sinyal untuk meregulasi glukosa dan akan memasukkan glukosa kedalam sel untuk kemudian di metabolisme (Shahab, 2017).

2.2.3 Peran hormon dalam homeostatis glukosa

Stimulasi saraf simpatis diperantarai oleh suatu hormon katekolamin yaitu epinefrin dan norepinefrin yang mempunyai efek meningkatkan kadar glukosa darah dengan meningkatkan mobilisasi glukosa dari hati, asam lemak bebas dari jaringan adipose, dan menghambat uptake glukosa oleh jaringan. Hormon yang terlibat dan berinteraksi dalam homeostatis glukosa darah terutama saat stres fisik pada latihan dan stres psikis. Hormon tersebut adalah hormon insulin, glukagon, katekolamin (epinefrin dan norepinefrin), hormon pertumbuhan (*growth* hormon) dan glukokortikoid.

- a. Insulin disekresi oleh sel beta pankreas. Adanya kelebihan energi yang berasal dari karbohidrat (glukosa), oleh insulin kelebihan tersebut untuk disimpan. Karbohidrat disimpan dalam bentuk glikogen utama di otot skelet dan hepar atau diubah menjadi lemak.



- b. Glukagon disekresi oleh sel pankreas, ketika konsentrasi glukosa darah rendah. Fungsi utama dari glukagon berlawanan dengan hormon insulin yaitu meningkatkan konsentrasi glukosa darah. Efek utama glukagon pada metabolisme glukosa adalah memecah glikogen hati (glikogenolisis) dan meningkatkan glukoneogenesis pada hati. Dengan kedua efek ini menyebabkan naiknya konsentrasi glukosa darah.
- c. Katekolamin antara lain terdiri dari epinefrin dan norepinefrin. Epinefrin yang dilepaskan ke aliran darah dari sel kromatin medula adrenal sebagai respon stres dan norepinefrin lebih banyak disekresi oleh ujung saraf simpatis. Epinefrin dan norepinefrin mempunyai efek metabolisme seperti pelepasan glukosa dari hepar, meningkatkan konsentrasi glukosa darah, meningkatkan glikogenolisis di hepar dan otot. Katekolamin melalui reseptor alfa 1 adrenergik yang terdapat pada hepar juga memicu pemecahan glikogen menjadi glukosa sehingga meningkatkan kadar glukosa darah. Katekolamin juga mengaktifasi fosforilase di hati dan otot, sehingga meningkatkan kadar gula darah.
- d. Hormon pertumbuhan (*growth* hormon) ikut berperan pada metabolisme karbohidrat antara lain dengan menurunkan uptake glukosa pada jaringan misalnya sel otot skelet dan sel lemak dan meningkatkan sekresi insulin. *Growth* hormon ini menginduksi terjadi resistensi insulin dengan mekanisme yang belum jelas, sehingga kerja



insulin melemah dalam menstimulasi uptake dan utilisasi glukosa pada sel otot lemak dan sel otot.

- e. Hormon glukokortikoid terutama kortisol disekresi oleh kelenjar kortek adrenal yang di stimulasi oleh hormon kortikotropin yang disekresi oleh adenohipofise. Kortisol akan memacu atau meningkatkan glukoneogenesis di hepar. Kortisol juga memobilisasi protein pada sel menuju hepar yang selanjutnya digunakan bahan oleh hepar untuk memproduksi glukosa (Rajin, 2016).

2.2.4 Faktor yang mempengaruhi pengaturan glukosa

a. Faktor internal

1. Penyakit dan stres
2. Obesitas
3. Makanan/asupan makan
4. Jumlah latihan fisik/ olahraga yang dilakukan

b. Faktor eksternal

1. Pendidikan
2. Pengetahuan
3. Kedekatan dan keterpaparan terhadap sumber informasi

(Soelistijo *et al.*, 2015).



2.3 Gangguan Metabolisme Glukosa Diabetes Melitus Tipe 2

Metabolisme karbohidrat dan diabetes melitus adalah dua mata rantai yang tidak dapat dipisahkan. Keterkaitan antara metabolisme karbohidrat dan diabetes melitus dijelaskan oleh keberadaan hormon insulin. Insulin berupa polipeptida yang dihasilkan oleh sel-sel β pankreas. Insulin disekresi sebagai respon atas meningkatnya konsentrasi glukosa dalam plasma darah. Pengaturan metabolisme glukosa oleh insulin melalui berbagai mekanisme kompleks yang efeknya adalah peningkatan kadar glukosa dalam darah (Black, 2014).

Penderita diabetes melitus tipe 2 memiliki jumlah protein pembawa yang sangat rendah, terutama pada otot jantung, otot rangka dan jaringan adiposa karena insulin yang mentranslokasikannya ke situs aktif tidak tersedia. Kondisi ini diperparah pula dengan peranan insulin pada pengaturan metabolisme glukosa. Glikolisis dan glikogenesis akan terhambat oleh enzim yang berperan dalam kedua jalur tersebut dan dilemahkan tanpa kehadiran insulin (Ermita *et al.*, 2018). Sedangkan tanpa insulin, jalur metabolisme yang mengarah pada pembentukan glukosa dirangsang terutama oleh glukagon dan epinefrin yang bekerja melalui cAMP yang memiliki sifat antagonis terhadap insulin. Oleh karena itu, penderita diabetes melitus tipe 2 kurang dapat menggunakan glukosa yang diperolehnya melalui makanan. Glukosa akan terakumulasi dalam plasma darah (hiperglikemia) (Soelistijo *et al.*, 2015).



Ketidaksediaan glukosa dalam sel juga mengakibatkan terjadinya glukoneogenesis secara berlebihan. Sel-sel hati akan meningkatkan produksi glukosa dari substrat lain, salah satunya adalah dengan merombak protein (Sutanto, 2013). Asam amino hasil perombakan ditransaminasi sehingga dapat menghasilkan substrat atau senyawa antara dalam pembentukan glukosa. Peristiwa berlangsung terus menerus karena insulin yang membatasi glukoneogenesis sangat sedikit atau tidak ada sama sekali. Glukosa yang dihasilkan kemudian akan terbuang melalui urine. Akibatnya, terjadi pengurangan jumlah jaringan otot dan jaringan adiposa secara signifikan. Penderita akan kehilangan berat tubuh yang hebat kendati terdapat peningkatan selera makan (polifagi) dan asupan kalori normal atau meningkat (Black, 2014).

Pada penderita diabetes melitus tipe 2 terjadi hipertrigliseridemia yang menghasilkan peningkatan VLDL tanpa disertai hipersilomikronemia. Hal ini terjadi karena peningkatan kecepatan sintesis de-novo dari asam lemak tidak diimbangi oleh kecepatan penyimpanannya pada jaringan lemak. Asam lemak yang dihasilkan tidak semuanya mampu dikatabolisme, kelebihan diesterifikasi menjadi trigliserida dan VLDL (Shahab, 2017). Hal ini diperparah oleh aktivitas fisik penderita diabetes melitus tipe 2 yang pada umumnya sangat kurang. Akibatnya kadar lemak dalam darah akan meningkat. Pada penderita yang akut, akan terjadi penebalan pada pembuluh darah (Black, 2014).



2.4 Pengaruh Latihan Terhadap Metabolisme Glukosa

Latihan merupakan stimulus yang kuat untuk meningkatkan masukan glukosa (*glucosa uptake*) ke dalam sel otot. Latihan dapat menurunkan kadar glukosa darah dengan meningkatkan penyerapan glukosa oleh otot-otot tubuh dan dengan meningkatkan pemanfaatan insulin (Rajin *et al.*, 2015). Latihan mempunyai peran penting dalam meningkatkan penyerapan glukosa ke dalam otot dan latihan setelah makan dapat mengurangi hiperglikemia postprandial (Tsuda, 2014).

Latihan mempunyai peran yang sangat penting untuk mencegah dan mengobati peningkatan kadar glukosa darah pada penderita diabetes melitus. masuknya glukosa otot (*glukosa uptake*) memerlukan 3 langkah, yaitu: penyaluran glukosa dari darah ke otot, transport glukosa melalui membran otot, dan fosforilasi glukosa dalam otot (Ermita *et al.*, 2018). Latihan fisik menyebabkan kontraksi otot rangka akan mengaktifasi transduksi sinyal melalui penurunan *adenosine triphosphate* (ATP) dan peningkatan *adenosine 5'monophosphate* (5'AMP). Peningkatan 5'AMP akan mengaktifasi *adenosine 5'monophosphate-activated* protein kinase (AMPK). AMPK kemudian akan menyebabkan fosforilasi Akt substrat-160kDa (AS160) yang akan menyebabkan translokasi GLUT-4 dan meningkatkan ambilan glukosa oleh sel. Selama latihan fisik, peningkatan vaskularisasi dan aliran darah ke sel otot rangka serta perekrutan kapiler juga mendukung peningkatan transport dan difusi glukosa ke dalam sel (Richter and Hargreaves, 2013).



2.5 *Progressive Muscle Relaxation*

2.5.1 Pengertian *progressive muscle relaxation*

Progressive muscle relaxation merupakan suatu terapi pikiran dan otot tubuh melalui dua Langkah, pertama memberikan tegangan pada suatu kelompok otot, kedua melepaskan tegangan tersebut kemudian memusatkan perhatian pada sensasi rileks otot diseluruh tubuh (Mashudi, 2012). Terapi ini mudah dilakukan namun efektif untuk menurunkan kadar glukosa darah (Angsoka, 2015).

Progressive muscle relaxation merupakan salah satu terapi yang bisa diberikan untuk pasien diabetes melitus tipe 2, karena memiliki efek relaksasi. Pada kondisi rileks terjadi perubahan impuls saraf pada jalur aferen ke otak (Ridha, 2018). Perubahan impuls saraf ini menyebabkan berkurangnya denyut jantung dan memperlambat proses metabolisme tubuh dalam hal ini mencegah peningkatan kadar gula dalam darah (Smeltzer et al., 2013).

2.5.2 Manfaat *progressive muscle relaxation*

Pada penderita diabetes melitus tipe 2 terjadi penurunan sensitivitas insulin terhadap kadar glukosa yang mengakibatkan produksi glukosa dalam hati meningkat. Hal ini bersamaan dengan ketidakmampuan otot dan jaringan lemak untuk meningkatkan ambilan glukosa (Angsoka, 2015). Manfaat *progressive muscle relaxation* adalah untuk mengurangi laju metabolisme tubuh, laju pernapasan, ketegangan otot, kontraksi ventrikular prematur, tekanan darah sistolik, gelombang alpha otak, dan dapat meningkatkan beta endorpin serta berfungsi meningkatkan imun



seluler. Terapi relaksasi dapat digunakan untuk mengatasi kadar gula darah yang tinggi akibat resistensi insulin (Rokhman et al., 2015).

2.5.3 Prosedur *progressive muscle relaxation* terhadap penurunan kadar gula darah

Prosedur dalam penatalaksanaan *progressive muscle relaxation* menurut (Ida and Yanti, 2019) yaitu :

Minta klien untuk melepaskan kacamata dan jam tangan serta melonggarkan ikat pinggang (jika klien menggunakan ikat pinggang) Atur posisi klien pada tempat duduk atau ditempat tidur yang nyaman. Anjurkan klien menarik nafas dalam hembuskan secara perlahan (3-5 kali) dan katakan rileks (saat menginstruksikan pertahankan nada suara lembut) Terapis mendemonstrasikan gerakan 1 sampai dengan 6 yaitu mulai proses kontraksi dan relaksasi otot diiringi tarik nafas dan hembuskan secara perlahan meliputi :

- a. Gerakan 1 : Gerakan pertama ditujukan untuk otot dahi dan mata yang dilakukan dengan cara mengerutkan dahi dan alis sekeras-kerasnya, memejamkan mata sekuat-kuatnya hingga kulit terasa mengerut dan dirasakan ketegangan disekitar dahi, alis dan mata. Lemaskan dahi, alis dan mata secara perlahan hingga 10 detik lakukan kembali sekali lagi.
- b. Gerakan 2 : Gerakan kedua bertujuan untuk mengendurkan ketegangan yang dialami oleh otot-otot pipi dengan cara mengembungkan pipi sehingga terasa ketegangan di sekitar otot-otot



pipi. Lemaskan dengan cara meniup secara perlahan hingga 10 detik lakukan kembali sekali lagi.

- c. Gerakan 3 : Gerakan ketiga ini dilakukan untuk mengendurkan otot-otot sekitar mulut. Moncongkan bibir ke depan sekeras-kerasnya hingga terasa tegang di mulut. Lemaskan mulut dan bibir secara perlahan hingga 10 detik lakukan kembali sekali lagi.
- d. Gerakan 4 : Gerakan keempat bertujuan untuk mengendurkan ketegangan yang dialami oleh otot-otot rahang dan mulut dengan cara mengatupkan mulut sambil menggigit gigi sekuat-kuatnya sambil tarik lidah ke belakang sehingga terasa ketegangan di sekitar otot-otot rahang. Lemaskan mulut secara perlahan hingga 10 detik lakukan kembali sekali lagi.
- e. Gerakan 6 : Gerakan keenam bertujuan untuk melatih otot leher bagian depan. Gerakan ini dilakukan dengan cara tekuk atau turunkan dagu hingga menyentuh dada, kemudian pasien diminta untuk membenamkan dagu ke dadanya sehingga dapat merasakan ketegangan di daerah leher bagian depan, Tarik napas dan buang napas pelan-pelan. Tahan gerakan ini selama 10 detik kemudian lemaskan dan angkat dagu secara perlahan. Ulangi gerakan ini sekali lagi.
- f. Gerakan 5 : Gerakan kelima ditujukan untuk otot-otot leher belakang. Klien dipandu untuk menekankan kepala kearah punggung sedemikian rupa sehingga terasa tegang pada otot leher bagian belakang. Tarik napas dan buang napas pelan-pelan. Tahan gerakan



ini selama 10 detik kemudian lemaskan dan angkat dagu secara perlahan. Ulangi gerakan ini sekali lagi.

Minta klien meredemonstrasikan kembali gerakan 1 sampai dengan 6. Terapis memberikan umpan balik dan pujian terhadap kemampuan yang telah dilakukan klien. Minta klien untuk mengingat gerakan 1 sampai dengan 6 dalam terapi *progressive muscle relaxation* ini. Terapis mendemonstrasikan gerakan 7 sampai dengan 13 yaitu mulai proses kontraksi dan relaksasi otot diiringi tarik nafas dan hembuskan secara perlahan meliputi :

- g. Gerakan 7 : Gerakan ketujuh ditujukan untuk melatih otot-otot bahu. Angkat kedua tangan kearah atas, kepala menghadap ke langit-langit rasakan tegangan di area bahu. Tarik napas dan buang napas pelan-pelan. Tahan gerakan ini selama 10 detik kemudian lemaskan dan angkat dagu secara perlahan. Ulangi gerakan ini sekali lagi.
- h. Gerakan 8 : Gerakan kedelapan ditujukan untuk melatih otot tangan yang dilakukan dengan cara menggenggamkan kedua tangan sambil membuat suatu kepalan. Selanjutnya pasien diminta membuat kepalan ini semakin kuat sambil merasakan sensasi ketegangan yang terjadi. Pada saat kepalan dilepaskan, pasien dipandu untuk merasakan rileks selama 10 detik. Lakukan kembali sekali lagi.
- i. Gerakan 9 : Gerakan kesembilan adalah gerakan untuk melatih otot tangan bagian belakang. Gerakan ini dilakukan dengan cara menekuk kedua pergelangan tangan ke belakang secara perlahan hingga otot-otot tangan bagian belakang dan lengan bawah menegang, jari-jari



menghadap ke langit-langit. Lemaskan atau turunkan kedua tangan secara perlahan hingga 10 detik. Lakukan kembali sekali lagi.

- j. Gerakan 10 : Gerakan kesepuluh adalah untuk melatih otot-otot lengan atau *biceps*. Tarik otot-otot biceps rasakan ketegangannya serta kepalkan tangan sekuat tenaga, Tarik napas dan buang napas pelan-pelan. Tahan gerakan ini selama 10 detik kemudian lemaskan dan angkat dagu secara perlahan. Ulangi gerakan ini sekali lagi.
- k. Gerakan 11 : Gerakan kesebelas bertujuan untuk melatih otot-otot punggung. Gerakan ini dapat dilakukan dengan cara mengangkat tubuh dari sandaran kursi, lalu busungkan dada dan lengkungan punggung ke belakang dan dipertahankan selama 10 detik. Lemaskan punggung hingga 10 detik lakukan kembali sekali lagi. Pada saat rileks, letakkan tubuh kembali ke kursi, sambil membiarkan otot-otot menjadi lemas. Lakukan kembali sekali lagi.
- l. Gerakan 12 : Gerakan keduabelas bertujuan untuk melatih otot-otot perut. Gerakan ini dilakukan dengan cara menarik perut kearah dalam atau mengempiskan sekuat-kuatnya. Tahan gerakan ini selama 10 detik hingga perut terasa kencang dan tegang kemudian lemaskan. Ulangi gerakan ini sekali lagi.
- m. Gerakan 13 : Gerakan ketigabelas ditujukan untuk otot-otot betis. Gerakan ini dilakukan dengan cara menarik kedua telapak kaki kearah dalam sekuat-kuatnya dan kedua tangan berusaha menggapai ibu jari hingga terasa tegang di kedua betis selama 10 detik. Lemaskan kedua kaki secara perlahan hingga 10 detik, lakukan kembali sekali lagi.



Minta klien meredemonstrasikan kembali gerakan 7 sampai dengan 13. Terapis memberikan umpan balik dan memberikan pujian terhadap kemampuan yang telah dilakukan klien.

2.5.4 Pengaruh *progressive muscle relaxation* terhadap penurunan kadar gula darah

Progressive muscle relaxation dapat menurunkan kadar gula darah pada pasien diabetes melitus tipe 2 dengan memunculkan kondisi rileks, pada kondisi ini terjadi perubahan impuls saraf pada jalur aferen ke otak. Perubahan impuls saraf ini menyebabkan perasaan tenang baik fisik maupun mental seperti berkurangnya denyut jantung, menurunkan kecepatan metabolisme dalam tubuh. dalam hal ini mencegah meningkatnya kadar gula dalam darah (Ridha, 2018).

Setelah melakukan *progressive muscle relaxation*, ada beberapa efek yang muncul seperti penurunan kontraksi jantung dan rangsangan sekresi hormon insulin. Dominasi sistem saraf parasimpatis akan merangsang hipotalamus untuk menurunkan sekresi *corticotropin releasing hormone* (CRH). Penurunan CRH akan mempengaruhi adenohipofisis untuk mengurangi sekresi hormon adenokortikotropik (ACTH). Keadaan ini dapat menghambat proses glukoneogenesis dan meningkatkan pemakaian glukosa oleh sel, sehingga kadar gula darah yang tinggi akan menurun dan kembali dalam batas normal. (Dafianto, 2016).



2.6 Senam Yoga

2.6.1 Pengertian senam yoga

Senam yoga merupakan kombinasi dari teknik bernafas, relaksasi dan meditasi serta latihan peregangan (Gordon, 2013). Salah satu jenis latihan yang dianjurkan pada penderita diabetes melitus tipe 2 yaitu senam yoga. Latihan ini menjadi salah satu pilihan penanganan non-farmakologi untuk menurunkan kadar gula darah tinggi dan tidak memberikan efek samping serta dapat dilakukan mandiri di rumah (Merdawati *et al.*, 2018).

Senam yoga merupakan salah satu bentuk latihan yang efektif untuk mengontrol kadar gula dalam darah. Latihan merupakan stimulus yang kuat untuk meningkatkan masukan glukosa (*glucosa uptake*) ke dalam sel otot (Ermita *et al.*, 2018). Latihan ini memacu otot-otot dalam tubuh untuk lebih efektif dalam menggunakan karbohidrat. Sehingga proses masuknya glukosa ke dalam sel otot meningkat (Sjørup, 2015).

2.6.2 Manfaat senam yoga

Produksi insulin umumnya tidak terganggu namun kurangnya reseptor pada insulin menjadi masalah utama pasien diabetes melitus tipe 2. Karena adanya gangguan tersebut insulin tidak dapat membantu transfer glukosa ke dalam sel secara optimal. Senam yoga secara teratur akan memberikan manfaat besar, diantaranya meningkatkan fungsi kerja kelenjar endokrin (hormonal) di dalam tubuh, relaksasi otot, meningkatkan sirkulasi darah ke seluruh sel tubuh dan otak, meremajakan sel-sel tubuh serta memperlambat penuaan. Senam yoga dapat meningkatkan aliran darah ke



otot sehingga terjadi peningkatan penyerapan glukosa oleh otot dan akhirnya menurunkan kadar gula darah (Merdawati *et al.*, 2018).

2.6.3 Prosedur senam yoga terhadap penurunan kadar gula darah

Menurut (Widya, 2015) ada beberapa gerakan yoga untuk pasien diabetes melitus, yaitu :

- a. Pemanasan
 1. Duduk, luruskan kaki, lalu letakkan tangan di samping pantat dan tegakkan badan.
 2. Kedua tangan di tempelkan di lutut
- b. Inti
 3. Tarik napas pelan-pelan, tempelkan kedua telapak kaki angkat kedua tangan ke arah atas dengan lengan sejajar telinga, mulai kepala, bahu, pinggul hingga kaki tetap terlihat lurus.
 4. Tarik napas pelan-pelan, angkat kedua tangan ke arah atas lengan sejajar telinga, tekuk kaki kanan dan tempelkan di lutut kaki kiri (lakukan sebaliknya)
 5. Sambil buang napas, luruskan kaki Tarik kedua telapak kaki ke arah dalam sekuat-kuatnya, kedua tangan berusaha menggapai ibu jari hingga terasa tegang di paha dan betis.
 6. Luruskan kedua kaki, kemudian tangan kanan meraih ibu jari kaki kanan, sedangkan tangan kiri lurus kebelakang (Lakukan hal yang sama secara bergantian).
 7. Kaki kanan maju kedepan kaki kiri di belakang dengan tangan kiri ke arah atas sejajar dengan telinga dan tangan kanan sejajar



dengan dada. Serta pandangan ke depan (Lakukan hal yang sama secara bergantian).

8. Tarik napas pelan-pelan, angkat kedua tangan ke arah atas dengan lengan sejajar dengan telinga, pandangan ke atas dengan telapak kaki saling menempel.
9. Duduk bersila kemudian luruskan kedua tangan dan jatuhkan tubuh ke depan hingga menyentuh lantai.
10. Tarik napas, rentangkan tangan dan kaki, pandangan ke depan.
11. Rentangkan tangan dan kaki, lalu tangan kanan di letakkan di kaki kanan (lakukan sebaliknya).
12. Duduk tegak dengan kedua kaki terentang agar berjarak antara kaki kanan dan kiri, luruskan kedua tangan. Lakukan tarik napas.
13. Tidur menghadap ke kanan, tangan kanan lurus di bawah telinga dan tangan kiri di atas paha kiri sambil tarik napas (lakukan sebaliknya).
14. Posisi tengkurap, angkat dada dan jaga agar siku tetap tertekuk, pandangan ke atas sambil luruskan kaki dan tekan jari-jari kaki ke arah bawah rasakan tegangan di area paha. tarik napas dan buang napas pelan- pelan.
15. Duduk bersila lalu tarik napas, kedua jari tangan saling mengikat dan letakkan di belakang badan.
16. Tarik napas serta buang napas.



c. Istirahat

17. Tidur terlentang, telapak tangan menghadap ke atas, rilekskan badan.
18. Agar tidak pusing ketika bangun maka kibas-kibaskan kedua tangan dan kaki lalu tengok kekanan dan kiri kemudian kaitkan kedua tangan lurus ke atas kepala, silangkan kaki melewati kaki kiri dan sebaliknya, lalu bangun.

2.6.4 Pengaruh senam yoga terhadap penurunan kadar gula darah

Pada pasien diabetes melitus tipe 2 terjadi gangguan transfer glukosa ke dalam sel. menyebabkan sedikitnya glukosa yang masuk ke dalam sel otot. Senam yoga meningkatkan jumlah reseptor insulin dan jumlah aktivitas intrinsik dari glukosa transporter menuju membran plasma sel otot. Latihan ini meningkatkan transport glukosa melalui membran sel dengan menstimulasi translokasi GLUT-4 ke permukaan sel otot. Translokasi GLUT-4 pada sarkolemma merupakan mekanisme utama yang menyebabkan peningkatan masuknya glukosa ke dalam sel otot skelet (Sjørup, 2015).

Pada saat latihan resistensi insulin berkurang sebaliknya sensitivitas insulin meningkat hal tersebut menyebabkan kebutuhan insulin pada diabetes mellitus tipe 2 akan berkurang (Widya, 2015). Produksi *nitride oxide* (NO) juga meningkat secara drastis saat kontraksi otot. NO menstimulasi glukosa transport otot melalui mekanisme yang diperantarai oleh cGMP (Tsuda, 2014). Respon ini hanya terjadi setiap kali latihan dan tidak merupakan efek yang menetap atau berlangsung lama. Oleh sebab itu



latihan pada penderita diabetes melitus tipe 2 dapat dilakukan secara teratur (Venugopal et al., 2017).

2.7 Kombinasi *Progressive Muscle Relaxation* Dan Senam Yoga

2.7.1 Pengertian kombinasi *progressive muscle relaxation* dan senam yoga

Kombinasi *progressive muscle relaxation* dan senam yoga merupakan suatu bentuk latihan yang berguna untuk menurunkan kadar gula darah pasien diabetes mellitus tipe 2 dengan mengkombinasikan gerakan-gerakan yang ada dalam *progressive muscle relaxation* dan senam yoga. Kelebihan dari latihan ini yakni mengkombinasikan teknik bernapas dan meditasi sehingga dapat menimbulkan kondisi rileks pada tubuh (Gordon, 2013). Serta berfokus pada kontraksi otot-otot besar, hal ini akan mengaktifkan transduksi sinyal melalui penurunan *adenosine triphosphate* (ATP) dan peningkatan *adenosine 5'monophosphate* (5'AMP). Peningkatan 5'AMP akan mengaktifkan *adenosine monophosphate-activated protein kinase* (AMPK). AMPK kemudian akan menyebabkan fosforilasi akt substrat 160 (AS160) yang akan menyebabkan translokasi GLUT-4 dan meningkatkan ambilan glukosa oleh sel (Richter and Hargreaves, 2013).

Kombinasi *progressive muscle relaxation* dan senam yoga merupakan bentuk latihan yang dapat menurunkan kadar glukosa darah dengan meningkatkan penyerapan glukosa oleh otot-otot tubuh dan dengan meningkatkan pemanfaatan insulin. Selama latihan peningkatan vaskularisasi dan aliran darah ke sel otot rangka serta perekrutan kapiler



juga mendukung peningkatan transport dan difusi glukosa ke dalam sel (Richter and Hargreaves, 2013).

2.7.2 Mafaat kombinasi *progressive muscle relaxation* dan senam yoga

Kombinasi *progressive muscle relaxation* dan senam yoga dapat menciptakan keadaan yang rileks atau tenang (Mashudi, 2012). Pada keadaan yang tenang terjadi perubahan impuls saraf pada jalur aferon ke otak. Perubahan pada impuls saraf inilah yang menjadikan perasaan mental dan fisik seperti denyut jantung akan lebih stabil serta menurunnya metabolisme tubuh dalam hal inilah peningkatan kadar gula darah dapat dicegah (Smeltzer et al., 2013).

Gerakan-gerakan kombinasi *progressive muscle relaxation* dan senam yoga dapat meningkatkan signaling insulin yang dapat menstimulasi pengambilan glukosa (Shahab, 2017). Jika dilakukan dengan baik dan teratur akan meningkatkan aliran darah ke otot dengan adanya pembukaan kapiler. Dengan demikian kebutuhan energi otot semakin besar dan meningkatkan masukan glukosa ke dalam otot (Paidon, 2012).

Kombinasi *progressive muscle relaxation* dan senam yoga dapat memberikan konsentrasi atau fokus kepada pikiran, sehingga kita akan sadar terhadap semua bagian tubuh kita dan apabila telah fokus pada tubuh, hal ini akan dapat membuat semua pikiran fokus dengan keadaan sekarang, sehingga rasa khawatir akan hilang dan hal inilah yang akan menghilangkan rasa stres dan memberikan rasa nyaman pada pikiran (Merdawati et al., 2018).



2.7.3 Prosedur kombinasi *progresive muscle relaxation* dan senam yoga

Prosedur kombinasi *progresive muscle relaxation* dan senam yoga meliputi :

- a. Ucapkan salam pada klien. Perkenalkan diri terapis dengan menyebutkan nama lengkap dan nama panggilan. Tanya perasaan klien dan kesiapan mengikuti terapi.
- b. Atur posisi klien pada tempat duduk atau ditempat tidur yang nyaman. Anjurkan klien menarik nafas dalam hembuskan secara perlahan (3-5 kali) dan katakan rileks (saat menginstruksikan pertahankan nada suara lembut).
- c. Gerakan Pertama minta klien untuk memejamkan mata dengan lembut dan perlahan-lahan, kemudian tarik napas dalam lewat hidung dan hembuskan dengan panjang melalui hidung. Fokuskan pada tubuh rasakan peredaran darah yang ada di tubuh.
- d. Gerakan kedua bertujuan untuk melatih otot-otot leher bagian depan. Gerakan ini dilakukan dengan cara tekuk atau turunkan dagu hingga menyentuh dada, benamkan dagu ke dada sehingga dapat merasakan ketegangan di daerah leher bagian depan, tarik napas dan buang napas pelan-pelan. Tahan gerakan ini selama 10 detik kemudian lemaskan dan angkat dagu secara perlahan.



Gambar 1



- e. Gerakan ketiga ditujukan untuk melatih otot-otot leher belakang. Tekan kepala ke arah punggung sedemikian rupa sehingga terasa tegang pada otot leher bagian belakang, tarik napas dan buang napas pelan-pelan. Tahan gerakan ini selama 10 detik kemudian lemaskan leher secara perlahan.



Gambar 2

- f. Gerakan keempat ditujukan untuk melatih otot-otot bahu. Angkat kedua tangan ke arah atas, kepala menghadap ke langit-langit rasakan tegangan di area bahu, tarik napas dan buang napas pelan-pelan. Tahan hingga 10 detik kemudian turunkan kedua tangan secara perlahan.



Gambar 3

- g. Gerakan kelima ditujukan untuk melatih otot-otot biseps. Tarik otot-otot bisep rasakan ketegangannya serta kepalkan tangan sekuat tenaga, tarik napas dan buang napas pelan-pelan. Tahan selama 10 detik kemudian lemaskan atau turunkan kedua tangan secara perlahan.





Gambar 4

- h. Gerakan keenam bertujuan untuk melatih otot-otot perut. Gerakan ini dilakukan dengan cara menarik perut kearah dalam atau mengempiskan sekuat-kuatnya, tarik napas dan buang napas pelan-pelan. Tahan selama 10 detik hingga perut terasa kencang dan tegang. Lemaskan perut secara perlahan.



Gambar 5

- i. Gerakan ketujuh ditujukan untuk melatih otot-otot punggung dan paha. Duduk bersila kemudian luruskan kedua tangan dan jatuhkan tubuh ke depan hingga menyentuh lantai, tarik napas dan buang napas pelan-pelan. Tahan selama 10 detik kemudian angkat badan pelan-pelan kembali ke posisi tegak.



Gambar 6

- j. Gerakan kedelapan ditujukan untuk melatih otot-otot paha dan betis. Gerakan ini dilakukan dengan cara duduk, luruskan kaki kemudian menarik kedua telapak kaki kearah dalam sekuat-kuatnya dan kedua tangan berusaha menggapai ibu jari hingga terasa tegang di kedua paha dan betis, tarik napas dan buang napas pelan-pelan. Tahan selama 10 detik kemudian lemaskan kedua kaki secara perlahan.



Gambar 7

- k. Gerakan kesembilan ditujukan untuk melatih otot-otot punggung, paha dan betis. Luruskan kedua kaki, kemudian tangan kanan meraih ibu jari kaki kanan, sedangkan tangan kiri lurus kebelakang, tarik napas dan buang napas pelan-pelan. Tahan selama 10 detik kemudian lemaskan secara perlahan (lakukan pada sisi sebaliknya).



Gambar 8

- l. Gerakan kesepuluh ditujukan untuk melatih otot-otot bahu. Punggung dan paha. Posisi tengkurap, angkat dada pastikan agar siku tertekuk, pandangan ke atas sambil tarik napas dan buang napas pelan-pelan, luruskan kaki dan tekan jari-jari kaki kearah bawah rasakan tegangan

diarea paha. Tahan hingga 10 detik kemudian turunkan dada secara perlahan dan lemaskan kedua kaki.



Gambar 9

- m. Minta klien untuk menarik napas dalam lewat hidung kemudian hembuskan panjang melalui hidung, lakukan 3-5 kali.
- n. Tanyakan perasaan klien kemudian ucapkan terimakasih dan salam.

2.8 Pengaruh Kombinasi *Progressive Muscle Relaxation* Dan Senam Yoga Terhadap Penurunan Kadar Gula darah

2.8.1 Kondisi rileks

Latihan kombinasi *progressive muscle relaxation* dan senam yoga akan membuat tubuh menjadi rileks. Peningkatan *hypothalamus pituitary adrenal* (HPA) dapat meningkatkan resistensi insulin. HPA diatur oleh *hypothalamic orexin-A* yang merangsang pelepasan *corticotropinreleasing hormone* (CRH) dengan mengaktifkan reseptor OX2R di hipotalamus lateral. Penurunan CRH akan mempengaruhi sekresi *adreno corticotropik hormone* (ACTH). Keadaan ini dapat menghambat korteks adrenal untuk melepaskan hormon kortisol (Mi *et al.*, 2019). Penurunan hormon kortisol akan menghambat proses glukoneogenesis dan meningkatkan pemakaian glukosa oleh sel, sehingga kadar gula darah kembali dalam batas normal. Kondisi yang rileks dapat mengembalikan kontra-regulasi hormon stres



dan memungkinkan tubuh untuk menggunakan insulin lebih efektif (Ikhwan et al., 2018).

Pada keadaan yang rileks hipotalamus akan mengatur dan menurunkan aktivitas saraf simpatis sehingga kadar gula dalam darah menurun. Apabila sistem saraf simpatis dihambat maka hormon kortisol menurun. Hal ini menyebabkan penurunan proses glukoneogenesis. Kondisi rileks terjadi ketika irama otak berubah dari beta (awas) ke alpha (rileks) yang menyebabkan kegelisahan dan aliran darah ke otot menurun. Sedangkan aliran darah ke otak dan seluruh tubuh memberikan rasa hangat dan tenang. Apabila terapi ini dilakukan secara teratur maka dapat mencegah peningkatan kadar gula darah dan komplikasi pada penderita diabetes mellitus tipe 2 (Merdawati *et al.*, 2018).

2.8.2 Kontraksi otot isometrik

latihan isometrik dapat menyebabkan kontraksi otot tanpa melibatkan gerakan sendi. Latihan isometrik dapat dilakukan dengan menahan gerakan minimal 10 detik. Telah dibandingkan penurunan kadar glukosa darah pada latihan fisik dengan gerakan isometrik dominan dengan havart step dan dengan gerakan isometrik dominan dengan gerakan *Squas*. Latihan dengan gerakan isometrik dominan dapat menurunkan lebih besar dan lebih efisien (Rajin, 2012). Gerakan-gerakan yang ada dalam kombinasi *proggressive muscle relaxation* dan senam yoga menyebabkan kontraksi otot hampir seluruh otot tubuh. Sumber energi otot pada kontraksi otot isometrik lebih bersifat anaerobik. Metabolisme anaerobik lebih banyak membutuhkan glukosa sebagai energi dan cepat

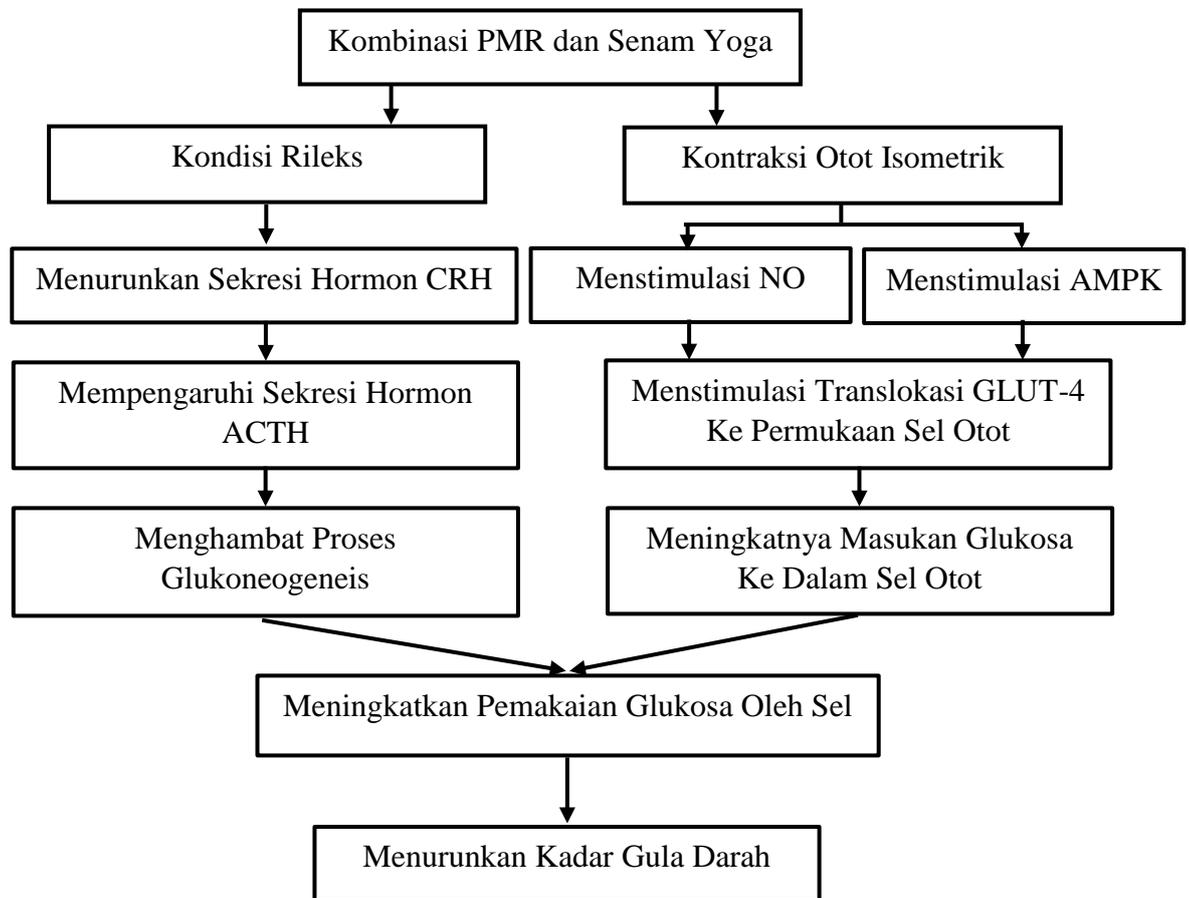


habis. Dengan demikian kebutuhan energi otot semakin besar dan meningkatkan masukan glukosa ke dalam otot (Rajin et al., 2015).

kombinasi *progressive muscle relaxation* dan senam yoga sebagai latihan fisik dapat menurunkan kadar glukosa darah karena peningkatan masukan glukosa (*glukosa uptake*) ke dalam sel otot (Ermita et al., 2018). *Gluko* diinduksi oleh sinyal NO dan AMPK, sinyal ini muncul karena adanya stres mekanis dalam sel akibat latihan (Sjørup, 2015). Ada banyak jalur sinyal yang mengatur respon metabolik dan molekuler terhadap latihan, yakni translokasi GLUT-4 dan pengambilan glukosa otot (Richter and Hargreaves, 2013). Latihan meningkatkan aktivasi Rac1 dan fosforilasi target protein kinase teraktivasi (PAK1) pada otot rangka manusia (SyLOW et al., 2016). Rac1 juga memiliki peran dalam merangsang produksi ROS melalui NADPH yang dapat meningkatkan translokasi GLUT-4 dan pengambilan glukosa selama latihan. Dengan peran ROS dalam memediasi pengambilan glukosa otot Selanjutnya latihan meningkatkan transport glukosa melalui membran sel dengan menstimulasi translokasi GLUT-4 ke permukaan sel otot (Henriquez and Knudsen, 2019).



2.9 Kerangka Teori



Gambar 2.2 Bagan kerangka teori pengaruh kombinasi *progressive muscle relaxation* dan senam yoga terhadap penurunan kadar gula darah pasien diabetes melitus tipe 2 di klinik pratama mitra 12 Jombang.